

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-10657

(43) 公開日 平成9年(1997)1月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 0 5 C 11/08

B 0 5 C 11/08

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/31

A

21/31

21/312

D

21/312

21/30

5 6 4 C

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平7-167214

(22) 出願日

平成7年(1995)7月3日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 三浦 眞芳

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 小倉 洋

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

(72) 発明者 中 裕之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

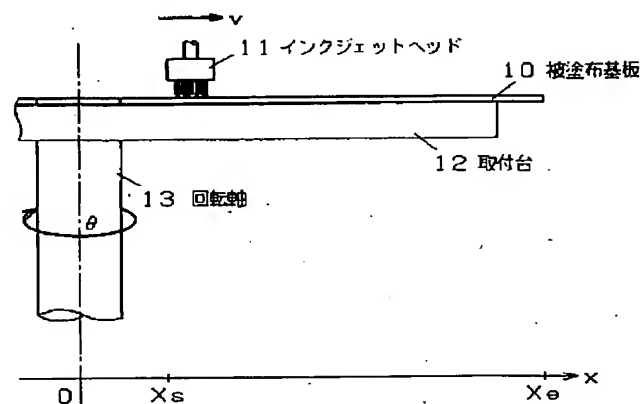
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 薄膜形成装置

(57) 【要約】

【目的】 薄膜の形成に使用されるスピコートに関し、塗布液の使用効率の悪さと薄膜の膜厚の不均一さをなくし、塗布液の無駄がなく、所定の膜厚の薄膜を自由に作成できる優れた性能の薄膜形成装置を提供することを目的とする。

【構成】 微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッド11と、インクジェット11から吐出された液体が付着される被塗布基板10を所定の回転軸13の回りに回転させる回転手段と、インクジェットヘッド11と被塗布基板10とを回転軸の近傍領域と回転軸から離間した離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、インクジェットヘッド11と被塗布基板10との相対位置が近傍領域から離間領域に向かって相対移動するに対応して相対移動手段による相対移動の速度が小さくなるように相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有する。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液体を吐出する微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットから吐出された液体が付着される被塗布基板を所定の回転軸の回りに回転させる回転手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板とを前記被塗布基板に対する前記回転軸の近傍領域と前記回転軸から離間した離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記相対移動手段による相対移動の速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有する薄膜形成装置。

【請求項2】 液体を吐出する微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットから吐出された液体が付着される被塗布基板を所定の回転軸の回りに回転させる回転手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板とを前記被塗布基板に対する前記回転軸の近傍領域と前記回転軸から離間した離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記回転手段による回転の角速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有する薄膜形成装置。

【請求項3】 液体を吐出する微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットから吐出された液体が付着される被塗布基板を所定の回転軸の回りに回転させる回転手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板とを前記被塗布基板に対する前記回転軸の近傍領域と前記回転軸から離間した離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記相対移動手段による相対移動の速度が小さくなり、かつ前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記回転手段による回転の角速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有する薄膜形成装置。

【請求項4】 相対移動制御手段が、インクジェットヘッドと被塗布基板との相対位置が近傍領域から離間領域に向かって相対移動する移動距離に反比例して相対移動の速度を減速する請求項1または3記載の薄膜形成装置。

【請求項5】 相対移動制御手段が、インクジェットヘッドと被塗布基板との相対位置が近傍領域から離間領域に向かって相対移動する移動距離に反比例して回転の角速度を減速する請求項2または3記載の薄膜形成装置。

【請求項6】 さらに、インクジェットヘッドに隣接し

て、空気流を被塗布基板に向かって流出させる空気流出ヘッドが設けられ、液体が前記被塗布基板へ吐出された直後に、空気流を前記被塗布基板へ流出する請求項1から5のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項7】 さらに、インクジェットヘッドから吐出される液体を帯電させる帯電手段を有する請求項1から6のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項8】 インクジェットヘッドが、液体吐出口と対向して空気吐出口を設け、前記空気吐出口より空気流を流出させ、前記液体吐出口内の液体圧力と、前記空気流によって生じる液体吐出口近傍の空気圧力とのバランス状態を変化させることによって液体を吐出する請求項1から7のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項9】 さらに、空気吐出口の周囲に設けられた電極部材と、前記電極部材と液体吐出口内の液体との間に電位差を印加する電位差印加手段とを有し、インクジェットヘッドから吐出された液体が帯電される請求項8記載の薄膜形成装置。

【請求項10】 インクジェットヘッドから吐出する液体が、UV硬化樹脂溶液である請求項1から9のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項11】 被塗布基板がポリカーボネート製である請求項1から10のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項12】 相対移動制御手段が、制御プログラムが組み込まれたパソコンである請求項1から11のいずれかに記載の薄膜形成装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、薄膜形成装置に関し、特に、液状物質を微小ノズルより吐出して基板に付着させ、付着した液状物質を乾燥、硬化させて薄膜（広義には100 $\mu$ m以下で一般には10 $\mu$ m以下の膜厚を有する。）を形成する装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、薄膜形成技術は、種々の分野で応用されてきており、その具体的形成方式についてもスパッタや蒸着のような真空装置が必要なものの他に、スピン塗布、印刷、ダイコート等種々検討されている。

【0003】この中で、特にスピン塗布方式については、半導体プロセスでのレジスト塗布や保護膜形成等によく使用されている。

【0004】以下、従来のスピン塗布装置（以下、スピニコータと記す。）について説明をする。

【0005】図10は、従来の一般的なスピニコータの構成及び動作状態を示す。図10において、101はスピニコータ本体の回転軸、102は試料固定基板、103は塗布用の液体を吐出するノズル、104は薄膜形成用の基板、105、106は液体、107は薄膜、108は飛散滴である。

【0006】このような構成において、まず図10

(3)

3

(a)で示されるように、ノズル103から基板104に向かって、液体105を吐出し、基板状にのせた状態にする。

【0007】次に、図10(b)に示されるように、スピコート装置を低速 $\omega_1$ で回転させて液体106を基板104に馴染ませる。

【0008】そして、図10(c)に示されるように、さらに高速 $\omega_2$ で回転させて基板104上に薄膜107を形成させる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来の構成では、図10(c)に示されているように、飛散して無駄になる飛散滴108が生じてしまい、液体の80~90%が捨てられることになる。

【0010】これは、液体105を多量に吐出させないと、基板104とのなじみの悪い部分に塗り残し部分が生じるからである。

【0011】このように、従来のスピコートでは液体の使用効率が悪く、大部分の塗布液を無駄にするという課題を有していた。

【0012】また、スピコートで膜を形成する場合には液が内側から外周方向に流動するため、どうしても外周部分の膜厚が厚くなり、ディスク自体の反りの原因ともなってしまう。

【0013】本発明は、上記従来技術の課題を解決するもので、新規な液体吐出ヘッドを導入して、塗布液の利用効率の高い薄膜形成装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の薄膜形成装置は、液体を吐出する微細ノズルを複数個有するインクジェットヘッドと、前記インクジェットヘッドから吐出された液体が付着される被塗布基板を所定の回転軸の回りに回転させる回転手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板とを前記被塗布基板に対する前記回転軸の近傍領域と前記回転軸から離れた離間領域との間で相対移動させる相対移動手段と、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記相対移動手段による相対移動の速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御する相対移動制御手段とを有した主構成を有する。

【0015】または、この相対移動制御手段は、インクジェットヘッドと被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記回転手段による回転の角速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御するものであってもよいし、前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記相対移動手段による相対移動の速度が小

4

さくなり、かつ前記インクジェットヘッドと前記被塗布基板との相対位置が前記近傍領域から前記離間領域に向かって相対移動するに対応して前記回転手段による回転の角速度が小さくなるように前記相対移動手段を制御するものであってもよい。

【0016】そして、これらの場合、インクジェットヘッドと被塗布基板との相対位置が近傍領域から離間領域に向かって相対移動する移動距離に反比例して相対移動の速度を減速するか、回転の角速度を減速することが好適である。

【0017】さらに、インクジェットヘッドに隣接して、空気流を被塗布基板に向かって流出させる空気流出ヘッドが設けられ、液体が前記被塗布基板へ吐出された直後に、空気流を前記被塗布基板へ流出する構成を有していてもよい。

【0018】さらに、インクジェットヘッドから吐出される液体を帯電させる帯電手段を有していてもよい。

【0019】また、インクジェットヘッドは、液体吐出口と対向して空気吐出口を設け、前記空気吐出口より空気流を流出させ、前記液体吐出口内の液体圧力と、前記空気流によって生じる液体吐出口近傍の空気圧力とのバランス状態を変化させることによって液体を吐出する構成であることが好ましく、この場合、さらに、空気吐出口の周囲に設けられた電極部材と、前記電極部材と液体吐出口内の液体との間に電位差を印加する電位差印加手段とを有し、インクジェットヘッドから吐出された液体が帯電されるものであってもよい。

【0020】そして、インクジェットヘッドから吐出する液体には、UV硬化樹脂溶液が使用可能で、被塗布基板はポリカーボネート製のものが使用可能であり、相対移動制御手段として、制御プログラムが組み込まれたパソコンが使用可能である。

【0021】

【作用】本発明においては、角速度や移動速度を制御しながら、被塗布基板とインクジェットヘッドとを相対的に回転しつつ回転軸側の領域とそれから遠くなる側の領域との間で相対移動し、インクジェットヘッドの複数の微小ノズルから、被塗布基板へ液体を吐出し、均一性の良い状態の塗布膜を被塗布基板上に形成する。

【0022】さらに、空気流出ヘッドを設けた場合には、液体が被塗布基板へ吐出された直後に、空気流が被塗布基板へ流出する。

【0023】さらに、インクジェットヘッドから吐出される液体を帯電させる帯電手段を設けた場合には、先に被塗布基板上に付着した液滴の付着部分と、次に被塗布基板上に到着する液滴とが互いに反発し合い、結果として被塗布基板上に付着された液体がより広がる方向に移動する。

【0024】

【実施例】以下、本発明の各実施例について、図面を参

(4)

5

照しながら詳細に説明をする。

【0025】（実施例1）図1は、本発明の第1の実施例におけるスピコート法の概略構成図である。

【0026】図1において、10は円板状の被塗布基板であり、11はインクジェットヘッド、12は取付台、13は回転軸である。

【0027】ここで、インクジェットヘッドとは、微細ノズル（通常0.1mm以下のノズル径である。）から液体を吐出させ、電気信号によって液体の吐出状態を制御して被記録体に液体を付着させるものを意味する。

【0028】本実施例におけるインクジェットヘッドは、複数のこのような微小ノズルを有しており、具体的には、48個のノズルが、10本/mmの間隔で被塗布基板10の半径方向に配列されている。

【0029】従来、スピコート法に使用されている吐出ノズルは0.5～1mmの内径のものが使用されており、微小な吐出量の制御が難しいが、本実施例のように上記のように定義されたインクジェットヘッドを使用することによって、以下説明をするように、微細なパターンが描けるようになると共に、均一で非常に薄い膜を形成できるようになる。

【0030】本実施例においては、まず、図1に示されるように、被塗布基板10を角速度 $\theta$ で回転させながら、インクジェットヘッド11を被塗布基板の半径方向に速度 $v$ で相対移動させ、ノズルより塗布液を吐出させて、塗布液を、被塗布基板10上に付着させる。

【0031】すると、被塗布基板10が1回転すると、インクジェットヘッド11によって、48本の塗布されたラインが100 $\mu$ m間隔で生じ、結果として、幅4.8mmの縞が描かれることになる。

【0032】さらに、この場合、各ラインの幅の選択が適切であれば、隣接するライン同士がつながって、所定の厚みの薄膜が形成されることになる。

【0033】よって、このような適切な条件を見いだし、かつ被塗布基板10が1回転する間のインクジェットヘッド11の相対移動速度 $v$ による移動量を4.8mmに設定すれば、いわゆる渦巻状の一筆書きで薄膜を形成できる。

【0034】さらに、このような一筆書きではなく、何回か重ね書きにしても薄膜を形成することができる。

【0035】すなわち、インクジェットヘッド11の相対移動速度 $v$ と被塗布基板10の角速度 $\theta$ との設定により、インクジェットヘッド11を所定量、例えば4.8mm相対移動させる間に、被塗布基板10を何回転かさせて、重ね書きしても薄膜の形成が可能であり、このようにすれば、10本/mmより細かく密なラインが描かれることとなり、より薄い薄膜を確実に形成するのに適している。

【0036】より具体的には、図1において、被塗布基板10の回転の中心を原点Oとして、半径方向の距離を

6

$x$ とすると、被塗布基板10は、角速度 $\theta$ で回転し、インクジェットヘッド11は被塗布基板の半径方向（ $x$ 方向）に速度 $v$ で移動しながら、位置 $x_s$ で吐出を開始し、被塗布基板10の外周位置 $x_e$ で吐出を停止して薄膜形成を完了する。

【0037】ここで、被塗布基板10の全域にわたって厚みの等しい薄膜を形成するためには、インクジェットヘッドからの吐出量が、一定値 $Q$ である場合においては、以下の（数1）を満足する必要がある。

【0038】

【数1】

$$v = k_1 / x$$

（但し、 $k_1$ は定数）

【0039】また、被塗布基板10の全域にわたって同一の解像力でラインが描かれるためには、以下の（数2）を満足する必要がある。

【0040】

【数2】

$$\theta = k_2 / x$$

（但し、 $k_2$ は定数）

【0041】すなわち、円板状の基板では、中心より外方において塗布面積が増大するので、 $v$ は中心より外方に行くにしたがって減速される必要があり、また、回転数が一定であると、周速は中心より外方で高速になるので、インクジェットヘッドの記録位置における周速が一定であるためには、回転数も $x$ が大きくなるにしたがって減速される必要がある。

【0042】例えば、 $v$ 、 $\theta$ が一定値の状態であると、中央部分で周速が遅いため、塗布ラインの密度は同じでも、中央部分のラインが太くなり、中央部分で厚く、外周部分で薄い膜が生じることになり、場合によっては、外周部分のラインが重ならずラインのまま残存することもある。

【0043】また、（数1）が満足された状態で、 $\theta$ が一定値であった場合には、塗布量は被塗布基板の全域で一定となるが、中央部分は周速が遅く太くて密度の低いラインによって塗布がなされ、外周部では細くて高密度なラインによって塗布がなされるため、外周部は塗布ラインがよく重なり、均一な膜が形成されるが、中央部ではラインの重なりが悪く、塗りむらが生じることがある。

【0044】これらの例のように、被塗布基板全域に均一で厚みの一定した薄膜を形成するためには、（数1）及び（数2）の少なくとも一方が満足され、より好適にはこれらの双方が満足されることが望ましい。

【0045】次に、図2は、本実施例におけるインクジェットの代表的な構成を示す模式図である。

【0046】図2において、11はインクジェットヘッド、21は空気供給源、22は液溜、23は圧力調整機

(5)

7  
構、24は液体流入口、25は空気流入口、26は空気吐出口、27は液体吐出口である。

【0047】ここで、液体吐出口27と空気吐出口26は、インクジェットヘッド11上に同心円状に設けられている。

【0048】そして、インクジェットヘッド11に対して、空気供給源21からは、圧力調整機構23を介して、空気流入口25より空気が流入しており、空気吐出口26より一定の流速の空気が流出している。

【0049】一方、液溜22からは、塗布液が、液体流入口24を介して供給されている。また、空気供給源21は、液溜22にも接続されており、インクジェットヘッド11内の液体に対して圧力が印加され、空気流によって生じる液体吐出口27近傍における空気圧力とバランスされ、塗布液が、液体吐出口27において保持されている。

【0050】次に、図3は、図2のノズル部分の拡大図である。図3(a)が示すように、空気吐出口26と液体吐出口27とは、同心円上に配置されており、空気吐出口26からは一定流速の空気が流出しており、その空気流の流出に伴い、液体吐出口27の出口には、この空気流により発生する圧力 $P_a$ が生じている。

【0051】一方、液溜22には、空気圧力が印加されているので、液体吐出口27内の液体には圧力 $P_i$ が生じる。そして、 $P_a$ と $P_i$ がほぼ等しくバランスがとれていることにより、塗布液が、液体吐出口27に保持されることになる。

【0052】一方、図3(b)に示されるように、圧力調整機構23によって、インクジェットヘッド20に送られる空気流が減少すれば、液体吐出口27の出口に生じる圧力が、 $P_a$ より小さい $P_b$ となり、圧力差( $P_i - P_b$ )によって、塗布液が吐出することになる。

【0053】次に、図4は、圧力調整機構23の代表的構成例を示す。図4において、空気供給源からの空気流は、電磁弁41の入口Aに流入し、電磁弁41によって、流出口BあるいはCを経由して流出する。

【0054】ここで、電磁弁41は、電気信号によって、流出口をBあるいはCに切り替えるものである。

【0055】流入口Aが流出口Cと連通している場合は、図3(a)の状態、液溜の圧力 $P_i$ と空気流による圧力 $P_a$ がほぼ等しくなるようになっている。

【0056】そして、電磁弁41に吐出信号が入力されると、流路がCからBに切り替えられる。

【0057】図4に示すように、流出口Bには、流路抵抗体52が接続されており、これを通過することによって圧力損失が生じ、インクジェットヘッドでの空気流による圧力が、 $P_a$ から $P_b$ に低下し、図3(b)の状態となって塗布液が吐出されることになる。

【0058】さて、以上のような構成のインクジェットヘッドを用いて、実際に被塗布基板上に塗布液を吐出し

8

塗布した具体例について説明をする。

【0059】本実施例では、被塗布基板は、ポリカーボネイト製の相変化型光ディスクを用い、塗布液は、金属蒸着面の保護膜とすべく、UV硬化液を用いた。

【0060】また、ディスク直径は130mmとし、UV硬化液の塗布範囲は半径約20mm以上の部分とした。

【0061】すなわち、図1においては、 $x_s = 20$ mm、 $x_e = 65$ mmとなる。また、UV硬化液は、紫外線を照射することによって硬化して固体化する樹脂溶液であり、具体的には、アクリル酸エステル組成物を用い、その物性値は粘度23cP、比重1.07、表面張力29dyne/cm、硬化収縮率9.8%であった。

【0062】このような条件下では、5 $\mu$ mの膜厚の保護膜を形成するのに、必要な液量は約70mgと見積られた。

【0063】よって、インクジェットヘッドの液体吐出量は、約300mg/分であるので、約20秒間で塗布が完了するようにすれば、7 $\mu$ m程度の保護膜が形成されることになる。

【0064】この場合、(数1)は以下の(数3)のように表わされる。

【0065】

【数3】

$$v = 95.6 / x$$

(但し、 $v$ : mm/s、 $x$ : mm)

【0066】一方、(数2)については、塗布時にラインの太さと重ね塗り回数(またはライン密度)に関係したものであるため、 $k_2 = 32000$ 、 $36000$ 及び $40000$ ( $\theta$ : rpm、 $x$ : mm)の3つの場合についての検討を行った。

【0067】具体的には、パソコンを用いて、ソフトにより $x$ 軸方向の速度 $v$ 及び角速度 $\theta$ が、各々(数2)及び(数3)を満たすように制御した。

【0068】具体的には、(数3)に従って、 $v$ を制御するためには、 $v$ を時間の関数で表すと便利である。

【0069】つまり、 $v = dx/dt$ であるため(数3)は以下の(数4)の関係式に変換される。

【0070】

【数4】

$$x \cdot dx/dt = 95.6$$

【0071】そして、(数4)で示される微分方程式を解き、 $t=0$ で $x=20$ mmの条件を入れると、 $x$ は以下の(数5)で表わされるから、 $v$ は以下の(数6)で表わされることになる。

【0072】

【数5】

$$x = (191.2t + 400)^{1/2}$$

【0073】

【数6】

(6)

9

$$v = 95.6 (191.2t + 400)^{-1/2}$$

【0074】したがって、(数6)を満たすようにパソコンにより $v$ を制御して実際の塗布を行うことになる。

【0075】図5は、本実施例におけるパソコンを使用した塗布装置の構成図である。図5において、図1と同様な構成には同じ符号を付し、さらに51はモータ、52はモータドライバ、53はパソコン、54は移動台である。

【0076】ここで、被塗布基板10は、モータ50によって駆動されて回転され、インクジェットヘッド11と被塗布基板10の相対移動は、モータ51によってなされる。

【0077】また、モータ50、51の制御は、モータドライバ52によってなされるが、モータドライバ52は、パソコン53に接続されており、パソコンにインストールしたソフトウェアにより駆動が制御される。

【0078】そして、図6に $v$ 、 $\theta$ 及び吐出信号を制御した例を示す。図6において、横軸は光ディスクの半径方向の中心からの位置 $x$ を示し、縦軸はインクジェットヘッドの $x$ 方向の速度 $v$ 及びディスクの回転速度 $\theta$ を示す。

【0079】まず、初期状態においては、インクジェットヘッドは、 $x = 10\text{mm}$ の位置にあり、 $\theta$ は1800rpmで回転している。

【0080】次に、インクジェットヘッドが、 $v = 290\text{mm/s}$ で相対移動を開始して、 $x = 20$ の位置に達すると、吐出信号が入力されて塗布液が吐出し、同時に $v$ 、 $\theta$ は、図のごとく $x$ に反比例して、減速しながら、移動、回転を行う。

【0081】そして、 $x = 65$ の位置に達すると吐出停止の信号が入力されて、 $v$ 、 $\theta$ は、速度、角速度が0に減速される。

【0082】以上の条件下で、 $k_2 = 32000$ 、 $36000$ 及び $40000$  ( $\theta$ :rpm、 $x$ :mm)の3つの場合についての実測結果を記す。

【0083】まず、 $k_2 = 32000$ の条件では、回転数が低く塗布ラインの密度が荒いため、縞状の凹凸が少し残る傾向があった。

【0084】次に、 $k_2 = 36000$ の条件下においては、滑らかな膜厚 $6 \sim 8\mu\text{m}$ の薄膜が形成できた。

【0085】一方、 $k_2 = 40000$ の条件下では、回転数が高すぎるため、遠心力が過大に生じ、塗布中にそれ以前に付着した塗布液が流動を起こして外方に流れ、放射状の縞が生じる傾向があった。

【0086】よって、この場合においては、 $k_2 = 36000$ の条件がより好適ではあるが、形成される薄膜の種類によれば、他の条件下で形成されたものであっても使用可能である。

【0087】なお、好適には、被塗布基板全域に均一で厚みの一定した薄膜を形成するためには、(数1)及び

10

(数2)の双方が満足されることが好ましいが、対象となる薄膜の種類によっては、少なくとも一方の条件が満足されていればよい場合もある。

【0088】以上のように、本実施例においては、(数1)及び(数2)の条件の少なくとも一方、または双方が満足されることにより、すなわち相対速度 $v$ は中心より外方に行くにしたがって減速され、及び/または回転数 $\theta$ も $x$ が大きくなるにしたがって減速されることにより、被塗布基板全域にわたり均一であって厚みも一定した薄膜を形成することができた。

【0089】(実施例2)次に、本発明の第2の実施例について詳細に説明をする。

【0090】実施例1で説明してきたように、塗布により形成したい薄膜の種類や膜厚等に応じて、(数1)や(数2)の条件に従い、 $k_1$ 、 $k_2$ を適宜設定し、所望の薄膜を形成することができるが、形成する薄膜の工程等によっては、さらなる検討が必要な場合がある。

【0091】例えば、約10秒間で塗布を終了し、約 $3$ 、 $5\mu\text{m}$ の膜厚が形成できるであろう(数1)の $k_1 = 191.2$ の場合では、(数2)の $k_2$ を最大 $60000$ まで変化させて実験したが、滑らかな薄膜が得られず、円周状の縞模様が残ってしまう。

【0092】このような現象は、塗布液の吐出液滴の微小化に限界が生じている場合や、回転軸の回転数が低すぎる場合等に生じると考えられる。

【0093】本実施例においては、インクジェットヘッドで塗布しただけでは、薄膜が充分均一にならない場合を考慮して、凹凸を滑らかにレベリングする構成を提供するものである。

【0094】図7は、本発明の第2の実施例におけるスピンコート概略構成図である。図7において、ポリカーボネート製の被塗布基板10を回転させながらインクジェットヘッドである塗布液吐出ヘッド70を相対移動させてUV硬化液の塗布液により薄膜を形成するのは実施例1と同様である。

【0095】そして、さらに本実施例では、塗布液吐出ヘッドに隣接して、空気流出ヘッド71が設けられ、塗布液の被塗布基板10への付着直後に、空気流を吹き付けることにより塗布液を流動させて塗布膜を滑らかにする構成を有する。

【0096】具体的には、本実施例において、実施例1と同様のインクジェットヘッド及び塗布液を用い、(数1)において $k_1 = 191.2$ 、(数2)において $k_2 = 60000$ と設定して検討を行った。

【0097】まず、空気流出ヘッド71を用いない場合には、縞模様が残る、滑らかな塗布層が得られなかった。

【0098】これに対して、図7のように、空気流出ヘッドを付加したところ、 $3 \sim 4\mu\text{m}$ の均一な薄膜が形成できた。

(7)

11

【0099】具体的には、空気流吐出ヘッドは、穴径 $100\mu\text{m}$ のノズルを24個並べ、約 $0.15\text{kg}/\text{cm}^3$ の圧力で空気流を流出させたもので、空気の流れ速度は、 $100\sim 200\text{m}/\text{s}$ 程度であり、流れのようすは空気の乱れの少ない層流領域の流れと考えられる。

【0100】図8に、空気流によって、塗布膜が均一化される様子を示す。図8において、まず、吐出液が被塗布基板に付着直後は、隣接するライン同士は分離された状態にある領域Aで示された状態にある。

【0101】その後、塗布液は、時間の経過に従い、濡れ広がって領域Bのような状態になるが、このままでは、凹凸が解消せずに乾燥硬化してしまう。

【0102】そして、その乾燥硬化前に、空気流が吹き付けられると、凹凸状態で領域Bの塗布膜がさらに流動して微振動を起こし、結果的に領域Cのように均一な薄膜となる。

【0103】以上のように、本実施例では、塗布液吐出ヘッドに隣接して、空気流出ヘッドを設け、塗布液の被塗布基板への付着直後であって乾燥硬化前に、空気流を吹き付けることにより塗布液を流動、振動させ、均一な塗布膜を形成することができた。

【0104】(実施例3)次に、本発明の第3の実施例について詳細に説明をする。

【0105】本実施例は、実施例2と同様に形成された薄膜の均一性を向上させるためのものであるが、吐出液を帯電させることによって塗膜を均一化したものである。

【0106】具体的には、実施例1と基本的には同様の構成のインクジェットヘッドの空気吐出口92の表面に電極93を設け、この電極93と液体吐出口91内に保持されている吐出液94との間に電源90により電位差を設けて、吐出する液滴95を帯電させる構成を有し、そして被塗布基板10や吐出液94は、実施例1と同様のものを用いた。

【0107】図9は、本実施例のインクジェットヘッドのノズル部分の拡大図である。図9において、液体吐出口91と空気吐出口92は絶縁性の材質で構成され、空気吐出口92の出口側表面に電極93が設けられている。

【0108】そして、電極93と液体吐出口91に保持されている吐出液94間に電位差を印加するよう電源90が接続されている。

【0109】このような構成において、電源90により電位差が印加されると、電極93と吐出液94間の静電容量に従って、吐出液94が帯電をする。

【0110】そして、外方に吐出される液滴95は、帯電して飛翔し、被塗布基板10に到着し付着する。

【0111】このように帯電した液滴95は、例えばポリカーボネイトのような絶縁物の基板に付着した場合には、帯電した状態を保つ。

12

【0112】そして、先に被塗布基板10に付着した液滴95の付着部分と、次に被塗布基板10に到着する液滴95は、同符号に電荷を帯びているため互いに反発し合い、結果として被塗布基板10上を、付着された液体がより広がる方向に作用が生じることになる。

【0113】具体的には、本実施例において、ポリカーボネイト製の光ディスクとUV硬化液を用い、(数1)において $k1=191$ 、2、(数2)において $k2=60000$ として、電極93と吐出液94間に約 $600\text{V}$ の電位差を設けて10秒間で塗布を終了した。

【0114】そして、液体を帯電させなかった場合には縞模様残り、滑らかな薄膜が形成されなかったが、電極93と吐出液94間に電位差を設けて吐出液を帯電させた場合には、 $3\sim 4\mu\text{m}$ の滑らかな薄膜を形成することができた。

【0115】以上のように、本実施例では、空気吐出口の周囲に設けられた電極と吐出液の間に電位差を設けて吐出液を帯電させることにより、均一な塗布膜を形成することができた。

【0116】なお、本実施例の吐出液を帯電する構成に加え、さらに実施例2で説明をした空気流出ヘッドを設け、塗布液の被塗布基板への付着直後であって乾燥硬化前に、空気流を吹き付ける構成をも組み合わせることにより、より均一な塗布膜をいっそう確実に形成することができるとはもとろんである。

【0117】また、上記全ての実施例において、被塗布基板や塗布液の種類は例示したものに限定されるものではなく、シリコン基板へのレジスト塗布や、ガラス基板やセラミック基板、金属基板等への電気的あるいは光学的機能を持った機能性薄膜の形成にも適用可能なものである。

【0118】

【発明の効果】以上の構成により、本発明においては、きわめて簡便な構成により、塗布液を無駄にすることなく、かつ外周部分の膜厚が厚くなることもなく、被塗布基板全面に均一な薄膜が形成形成可能な薄膜形成装置を提供できるものである。

【0119】また、目的に応じて条件を種々変化させ、所定の膜厚の薄膜を自由に形成することが可能となる自由度の高い薄膜形成装置を提供する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における薄膜形成装置の構成図

【図2】同薄膜形成装置のインクジェットヘッドの断面図

【図3】同薄膜形成装置のインクジェットヘッドのノズルの断面図

【図4】同薄膜形成装置のインクジェットヘッドの圧力調整機構の構成図

【図5】同薄膜形成装置の全体構成図



(8)

13

【図6】同薄膜形成装置の動作図

【図7】本発明の第2の実施例における薄膜形成装置の構成図

【図8】同薄膜形成装置の説明図

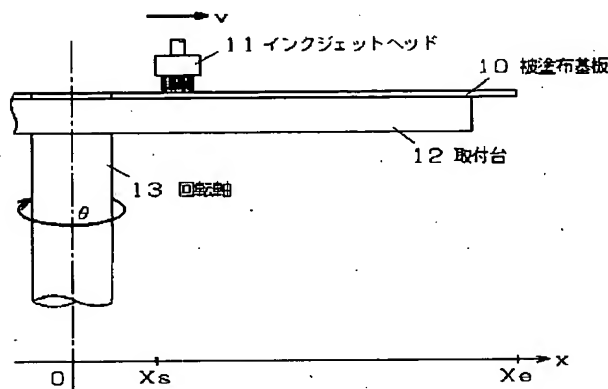
【図9】本発明の第3の実施例における薄膜形成装置の説明図

【図10】従来の薄膜形成装置の説明図

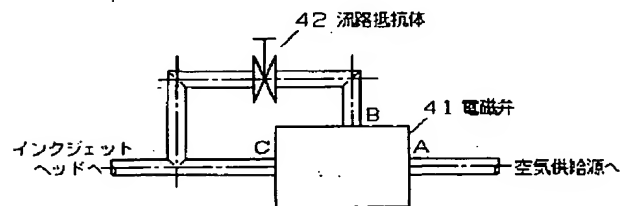
【符号の説明】

- 10 被塗布基板  
11 インクジェットヘッド  
12 取付台  
13 回転軸  
21 空気供給源  
22 液溜  
23 圧力調整機構  
24 液体流入口  
25 空気流入口

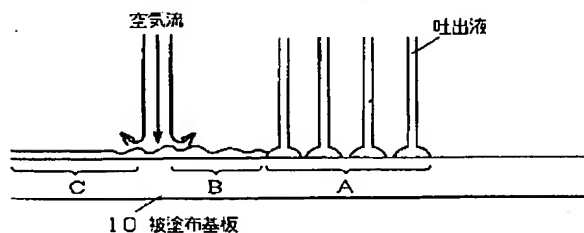
【図1】



【図4】



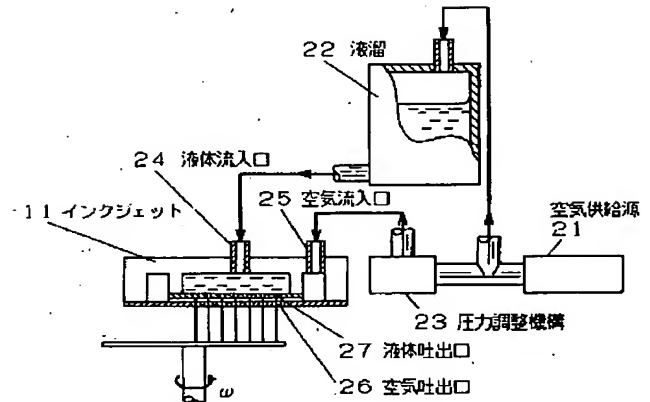
【図8】



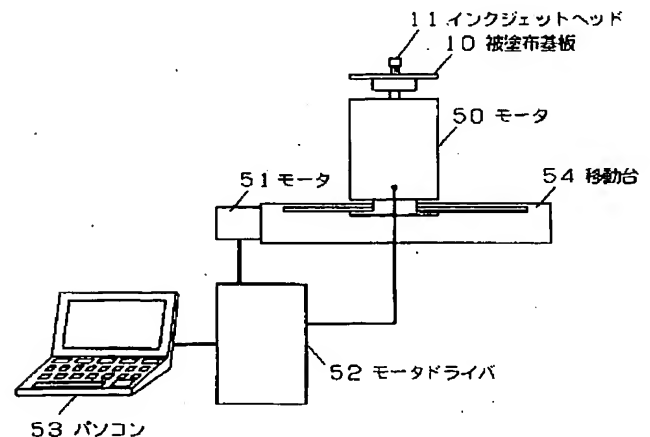
14

- 26 空気吐出口  
27 液体吐出口  
41 電磁弁  
42 流路抵抗体  
50 モータ  
51 モータ  
52 モータドライバ  
53 パソコン  
54 移動台  
70 塗布液吐出ヘッド  
71 空気流出ヘッド  
90 電源  
91 液体吐出口  
92 空気吐出口  
93 電極  
94 吐出液  
95 液滴

【図2】



【図5】

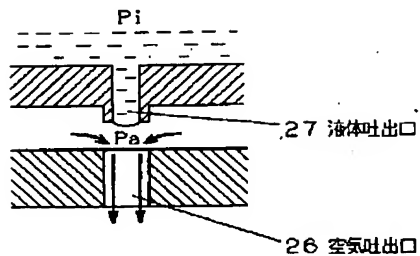




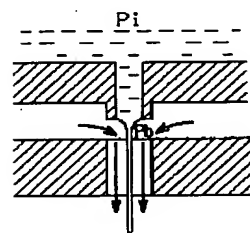
(9)

【図3】

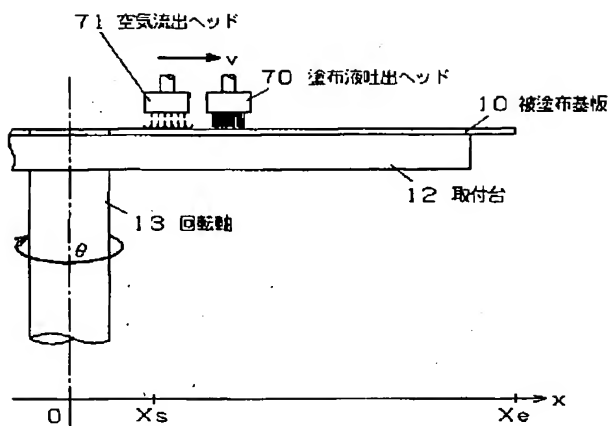
(a)



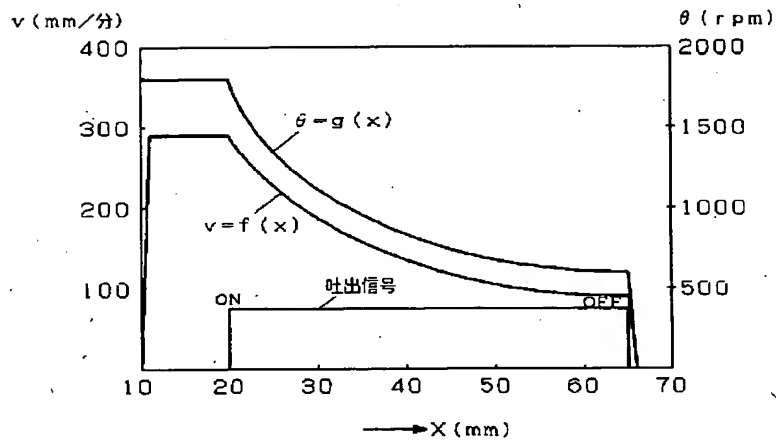
(b)



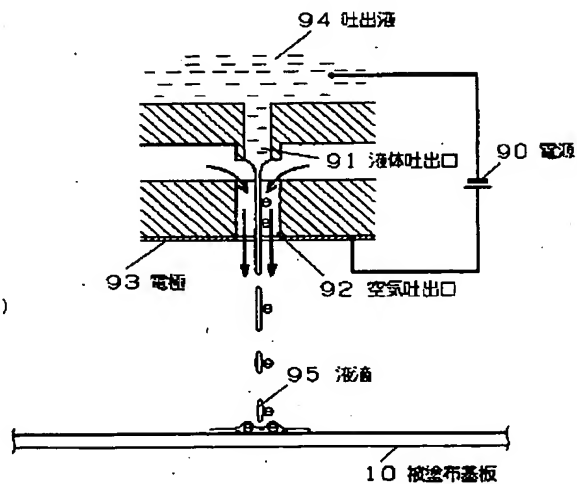
【図7】



【図6】



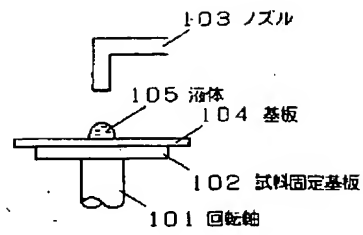
【図9】



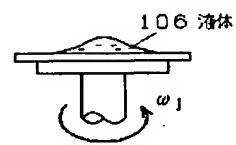
(10)

【図10】

(a)



(b)



(c)

